

KORELASI PARAMETER KUALITAS AIR DAN PRODUKTIVITAS UDANG VANAME (*Litopenaeus vannamei*) DALAM SISTEM KOLAM HDPE***Correlation between Water Quality Parameters and Productivity of Vannamei Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) in HDPE Pond Systems***Asep Adianto^{1*}, Kukuh Nirmala¹, Yuni Puji Hastuti¹, Eddy Supriyono¹

¹Program Magister Ilmu Akuakultur, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Kampus IPB Darmaga, Jl. Agatis, Babakan, Kec. Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16128 Indonesia

*Korespondensi email: asepadianto@gmail.com

ABSTRACT

Vannamei shrimp remains one of the leading fisheries commodities in Indonesia. This study aims to analyze the correlation between measured parameters and identify the most influential water quality parameters affecting the productivity of vannamei shrimp reared in HDPE pond systems. This non-experimental research was conducted by directly sampling from a shrimp pond in Patrol, Indramayu, over a 49-day cultivation period. The measured data included water quality parameters (physical, chemical, and biological) and shrimp growth performance parameters (survival rate, feed conversion ratio, average body weight, and average daily gain). Measurements were carried out both in the field and in the laboratory. The results showed that several water quality parameters exceeded their optimal thresholds (e.g., hardness levels reached 7,000 mL⁻¹ in pond D3). However, growth performance parameters still indicated relatively high values. Based on survival rate calculations, pond D2 had the highest Survival Rate (96%), while pond C3 recorded the lowest (67%). These findings suggest that water quality parameters collectively support shrimp growth despite some of them being outside the ideal range. Total Organic Matter (TOM) and Dissolved Oxygen (DO) were identified as the most influential water quality parameters for shrimp productivity.

Keywords: *Correlation, productivity, TOM, vannamei shrimp, water quality,*

ABSTRAK

Udang vaname masih menjadi salah satu komoditas unggulan perikanan di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis korelasi antar parameter yang diukur dan menentukan parameter kualitas air yang paling berpengaruh terhadap produktivitas udang vaname yang dipelihara dalam kolam HDPE. Penelitian ini merupakan penelitian non eksperimental, dengan mengambil sampel secara langsung di salah satu tambak udang di wilayah Patrol, Indramayu, selama 49 hari pemeliharaan. Data yang diukur meliputi parameter kualitas air (fisika, kimia, biologi) dan parameter kinerja pertumbuhan udang (TKH, RKP, LPBH, LPBR). Pengukuran dilakukan dilapangan secara langsung dan di laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan beberapa parameter kualitas air memiliki nilai yang melampaui batas optimum (kesadahan tertinggi tercatat sebesar 7.000 mL⁻¹ di kolam D3), namun nilai kinerja pertumbuhan masih menunjukkan angka yang cukup tinggi. Berdasarkan perhitungan kelulushidupan udang, kolam D2 memiliki nilai TKH tertinggi

yaitu 96% dan C3 memiliki nilai TKH terkecil yaitu 67%. Hal ini menunjukkan bahwa parameter kualitas air akan saling menopang pertumbuhan udang meskipun beberapa parameternya menunjukkan angka yang tidak ideal. TOM dan DO merupakan parameter kualitas air yang paling berpengaruh terhadap produktivitas udang yang dipelihara.

Kata Kunci: *Produktivitas, korelasi, kualitas air, TOM, udang vaname.*

PENDAHULUAN

Target produksi udang nasional pada tahun 2024 adalah 2 juta ton per tahun (KKP 2022). Hal tersebut menjadi tantangan sekaligus peluang bagi para pembudidaya udang di Indonesia. Potensi pasar udang yang tinggi mendorong budi daya udang dilakukan secara intensif (Kurniawinata *et al.* 2021). Budi daya udang secara intensif memiliki resiko peningkatan pencemaran lingkungan (Kilawati dan Maimunah 2015). Menurut Supriatna *et al.* (2020), pemberian pakan terus meningkat seiring dengan lamanya waktu budidaya udang sistem intensif. Peningkatan pemberian pakan juga berimbas pada sisa pakan dan banyaknya feses yang terakumulasi kedalam perairan budi daya. Sisa pakan dan feses udang merupakan salah satu sumber bahan organik dalam media budi daya. Astuti *et al.* (2020), menyatakan bahan organik akan terurai menjadi nitrogen, fosfor, sulfida, dan karbon yang akan mempengaruhi kualitas air. Namun demikian potensi

dampak limbah dapat diminimalisir dengan manajemen pengelolaan limbah yang baik (Bauer *et al.* 2017).

Manajemen pengelolaan limbah yang tepat akan memberikan dampak positif dalam proses budi daya, karena bahan organik yang terurai dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme akuatik didalamnya. Perombakan sisa pakan dan sisa metabolisme udang didalam perairan umumnya tidak lepas dari peran bakteri. Bakteri merupakan salah satu teknologi ramah lingkungan yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah dalam perairan (Fidiastuti dan Suarsini, 2017). Bakteri pengurai umumnya dapat memperbaiki kualitas perairan yang tercemar karna kemampuannya dalam merombak bahan organik. Menurut Mahrus *et al.* (2019) siklus nitrogen sangat dipengaruhi oleh bakteri.

Selain pengelolaan limbah yang tepat, udang juga memerlukan mineral untuk tumbuh dengan optimal dan menjamin keberlangsungan proses-proses fisiologis. Dwiono (2018)

mengatakan bahwa udang seperti krustasea lainnya memerlukan mineral utama untuk aktivitas metabolisme basal dan pertumbuhan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis korelasi antar parameter yang diukur dan menentukan parameter kualitas air yang paling berpengaruh terhadap produktivitas udang vaname yang dipelihara dalam kolam HDPE.

METODE PENELITIAN

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan Pada bulan Oktober-Desember 2022 selama 49 hari di tambak budi daya udang PT Indonusa Yudha Perwita (IYP), kecamatan Patrol, kabupaten Indramayau, Jawa Barat.

Analisis kualitas air dilakukan di laboratorium tambak IYP dan laboratorium Lingkungan Akuakultur, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam pengukuran disajikan pada Tabel 1. Alat dan bahan lain yang juga digunakan adalah jala dan timbangan digital untuk *sampling* bobot udang. Media *Thiosulfate Citrate Bile Salts Sucrose* (TCBS) untuk menumbuhkan dan mengukur *total vibrio count* (TVC), *triptic soy agar* (TSA) yang ditambah NaCl 2% untuk menumbuhkan dan mengukur *total bacteria count* (TBC).

Tabel 1. Paramter kualitas air, metode dan alat pengukuran yang digunakan.

No.	Parameter	Metode	Alat
1	Salinitas (g L ⁻¹)	<i>In situ</i>	Refraktometer
2	Suhu (°C)	<i>In situ</i>	Termometer
3	pH	<i>In situ</i>	pH meter
4	Oksigen terlarut (mg.L ⁻¹)	<i>In situ</i>	DO-meter
5	TAN (mg.L ⁻¹)	APHA (2005)	Spektrofotometer
6	Nitrit (mg.L ⁻¹)	APHA (2005)	Spektrofotometer
7	Kesadahan total (mg.L ⁻¹)	APHA (2005)	Seperangkat alat titrasi
8	Alkalinitas (mg L ⁻¹ CaCO ₃)	APHA (2005)	Seperangkat alat titrasi
9	BOD (mg.L ⁻¹)	APHA (2005)	DO-meter
10	TOM (mg.L ⁻¹)	SNI (2004)	Seperangkat alat titrasi
11	ORP (mg.L ⁻¹)	SNI (2004)	Seperangkat alat titrasi
12	TBC (mg.L ⁻¹)	<i>Total Plate Count</i>	Media, Cawan
13	TVC (mg.L ⁻¹)	<i>Total Plate Count</i>	Media, Cawan

Rancangan penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah non eksperimental. Selama proses budidaya (awal persiapan media budidaya hingga 49 hari pemeliharaan), data dikumpulkan melalui observasi secara langsung kemudian dilakukan analisis.

Prosedur penelitian

a. Kolam yang diamati.

Jumlah kolam yang diamati sebanyak 5 petak dengan ukuran 2.500 m² (D2, D3, D4) dan ukuran 4.000 m² (C3 & D1). Semua petak kolam dilapisi dengan geomembran HDPE dengan ketebalan 0,5 mm.

b. Materi uji

Materi uji dalam penelitian ini adalah udang dan air pemeliharaan. Udang diukur bobotnya setelah hari pemeliharaan ke 49, ditangkap menggunakan jala dan ditimbang bobotnya menggunakan timbangan digital, lalu dilakukan perhitungan laju pertumbuhan bobot rata-rata (LPBR) dan laju pertumbuhan bobot harian (LPBH). Parameter kualitas air dianalisis pada waktu yang berbeda-beda. Suhu, pH, dan oksigen terlarut / *dissolved oxygen* (DO) diukur 2 kali sehari. Salinitas diukur 1 kali per hari dan parameter kualitas air yang diukur

seminggu sekali meliputi TAN (*total ammonia nitrogen*), nitrit, kesadahan, alkalinitas, BOD (*biological oxygen demand*), ORP (*oxidation reduction potential*), TOM (*total organic matter*), *total vibrio count* (TVC), dan TBC (*total bacteria count*). Rasio konversi pakan (RKP) dihitung pada saat dilakukan *sampling* bobot udang.

Analisis data

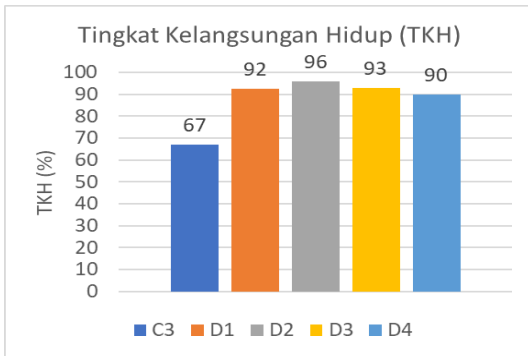
Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dalam bentuk grafik menggunakan Microsoft Excel 2019. Analisis komponen utama (*principle componen analysis/ PCA*) untuk mendeteksi komponen utama dari kualitas air yang paling berpengaruh dan analisis korelasi pearson untuk melihat hubungan antara parameter kualitas air dan kinerja pertumbuhan menggunakan R studio versi 4.4.2.

HASIL DAN PEMBAHASAN

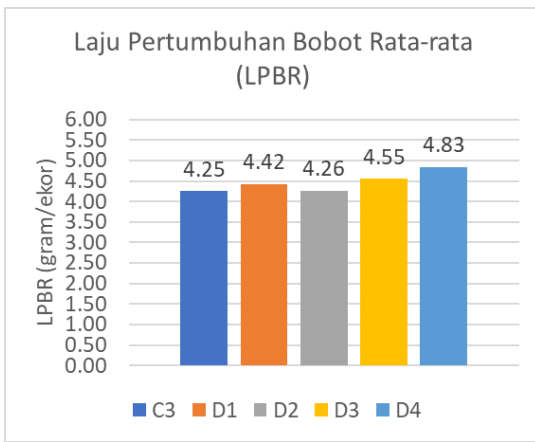
HASIL

Kinerja Pertumbuhan Udang

Gambar 1 menjelaskan tingkat kelulushidupan udang, semakin tinggi nilainya maka semakin banyak udang yang bertahan hidup. Persentase tertinggi ada pada kolam D2 dengan nilai sebesar 96% dan terkecil pada kolam C3 dengan nilai 67%.



Gambar 1. Tingkat kelangsungan hidup.

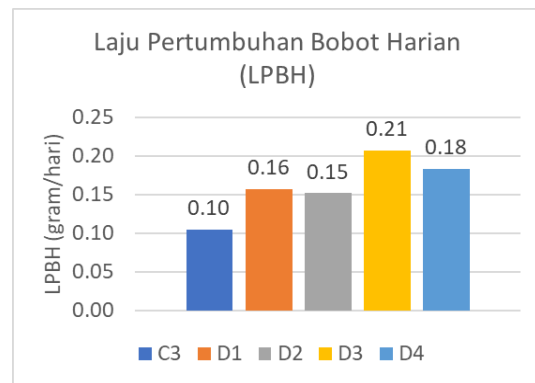


Gambar 2. Laju pertumbuhan bobot rata-rata.

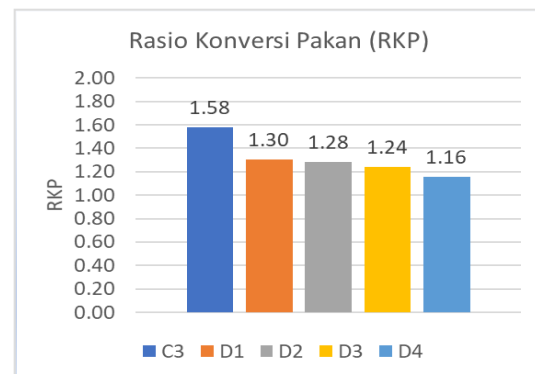
Gambar 2 menunjukkan laju penambahan bobot udang rata-rata, yang dihitung dengan membagi biomassa dengan jumlah individu yang ditimbang. Semakin tinggi nilainya, mengindikasikan pertumbuhan bobot yang semakin baik. Nilai tertinggi terdapat pada kolam D4 dengan nilai 4.83 gram per ekor, sedangkan kolam C3 memiliki nilai terkecil dengan angka 4.25 gram per ekor.

Nilai laju pertumbuhan bobot harian disajikan pada Gambar 3. LPBH dihitung dengan mengurangi bobot

udang total dengan bobot udang dipengukuran sebelumnya lalu dibagi jumlah hari (rentang pengukuran terakhir dan pengukuran sebelumnya). Kolam D3 memiliki laju pertumbuhan terbaik yaitu 0.21 gram per hari, dan kolam C3 memiliki laju pertumbuhan terlambat dengan angka 0.10 gram per hari.



Gambar 3. Laju pertumbuhan bobot harian.

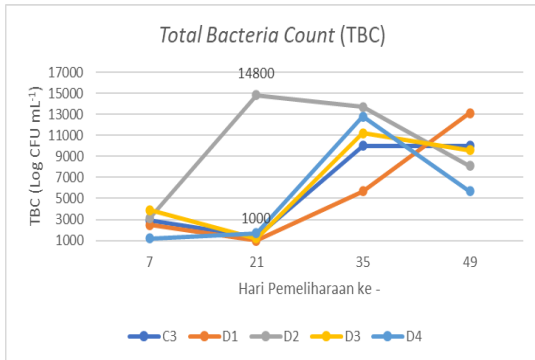


Gambar 4. Rasio konversi pakan.

Rasio konversi pakan menunjukkan jumlah pakan yang dihabiskan (kg) untuk menghasilkan 1kg biomassa udang, artinya semakin kecil angkanya maka semakin efisien

penggunaan pakannya. Nilai terbaik ada pada kolam D4 dengan angka 1.16 diikuti oleh kolam D3, D2, D1 dan C3 secara berurutan. Data lengkap RKP disajikan pada Gambar 4.

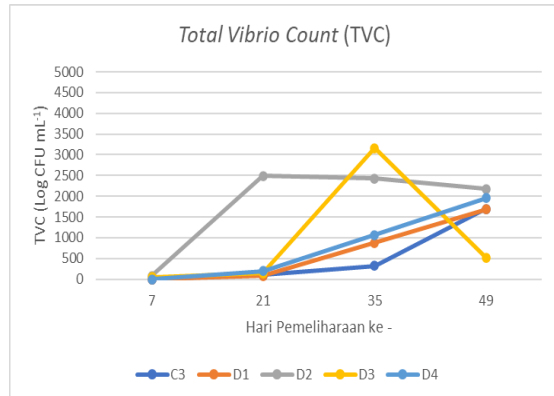
Parameter Kualitas Air



Gambar 5. Jumlah total bakteri.

Gambar 5 menjelaskan jumlah bakteri total yang dihitung. Bakteri membantu proses perombakan limbah organik. Jumlah bakteri dapat menggambarkan kualitas dari perairan tersebut. Jumlah yang terlalu banyak dapat mengindikasikan perairan tersebut tercemar. Terlihat bahwa nilai TBC

tertinggi ada pada kolam D2 yang mencapai angka 14.800 CFU mL⁻¹ pada hari pemeliharaan ke 21, dan TBC terendah juga terukur pada hari pemeliharaan ke 21, namun terdapat di kolam yang berbeda, yaitu kolam D1.



Gambar 6. Jumlah total Vibrio.

Gambar 6 menunjukkan jumlah koloni Vibrio yang terukur. Bakteri Vibrio sering menyebabkan masalah pada budi daya udang, sehingga keberadaannya perlu diwaspadai. Terlihat kolam D3 memiliki nilai TVC tertinggi yaitu 3.160 CFU mL⁻¹.

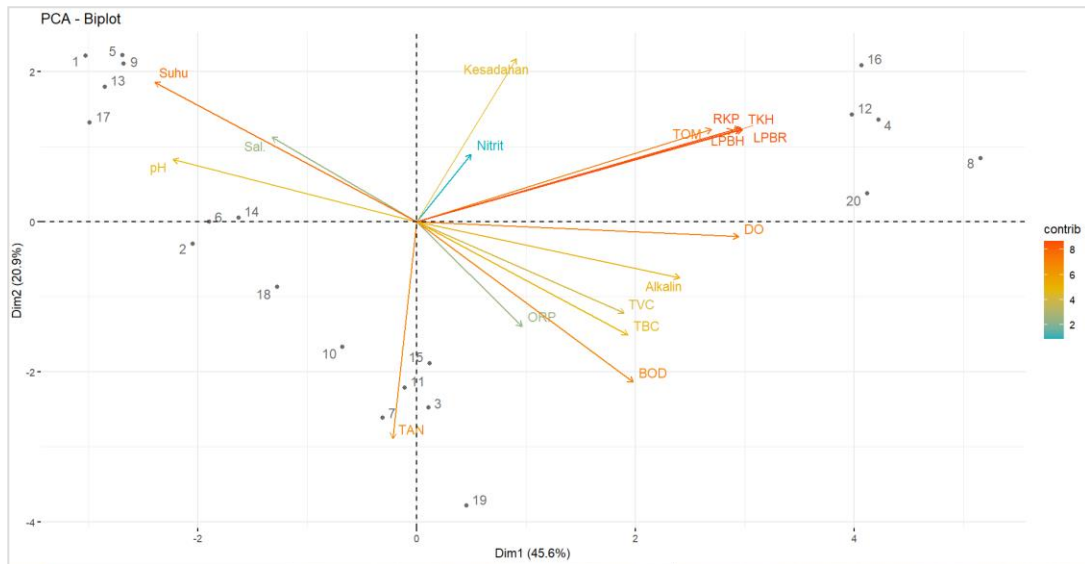
Tabel 2. Parameter kualitas air yang terukur selama penelitian.

Parameter Kualitas Air	Kolam					Nilai Optimum	Sumber
	C3	D1	D2	D3	D4		
Fisika-Kimia							
pH	7,60 - 8,11	7,63 - 7,92	7,64 - 8,13	7,59 - 8,12	7,74 - 8,15	7,5-8,5	Kepmen, 2022
Salinitas (mg L ⁻¹)	28,30 - 30,00	25,40 - 30,50	28,60 - 30,00	28,70 - 30,00	18,00 - 28,00	<35	BSN, 2024
Suhu (°C)	27,60 - 28,80	27,60 - 28,70	27,80 - 28,70	27,90 - 28,60	27,60 - 28,80	23-32	BSN, 2024
DO (mg L ⁻¹)	4,97 - 6,57	5,27 - 6,68	5,51 - 6,82	5,34 - 6,65	5,17 - 6,62	> 4	Kepmen, 2022
ORP (mV)	186 - 268	201 - 236	191 - 271	215 - 274	211 - 273	> 50	BSN, 2024
Nitrit (mg L ⁻¹)	0,07 - 1,62	0,24 - 1,62	0,10 - 1,00	0,14 - 1,12	0,17 - 0,81	≤ 1	Kepmen, 2022
TAN (mg L ⁻¹)	0,06 - 2,09	0,09 - 1,76	0,09 - 1,22	0,10 - 1,23	0,06 - 1,51	≤ 0,1	Kepmen, 2022
Alkalinitas (mg L ⁻¹)	142,5 - 175,0	135,0 - 185,0	142,5 - 152,5	137,5 - 152,5	145,0 - 175,0	100-200	BSN, 2024
TOM (mg L ⁻¹)	70,78 - 130,39	75,84 - 129,09	83,42 - 132,38	75,84 - 131,72	85,05 - 103,78	≤ 90	Kepmen, 2022
Kesadahan (mg L ⁻¹)	5.265 - 6.200	4.747 - 6.345	3.942 - 6.075	5.535 - 7.000	3.434 - 5.400	> 1.000	Alfionita, 2022
BOD (mg L ⁻¹)	1,25 - 5,60	1,79 - 5,66	1,50 - 5,78	1,01 - 6,02	2,24 - 6,04	<20	Anas <i>et al.</i> , 2015
Biologi							
TBC (Log CFU mL ⁻¹)	1.300 - 10.000	1.000 - 13.100	3.100 - 14.800	1.200 - 11.200	1.200 - 12.800	-	-
TVC (Log CFU mL ⁻¹)	0 - 1.690	0 - 1.680	80 - 2.490	50 - 3.160	0 - 1.960	≤ 1x10 ⁵	Kepmen, 2022

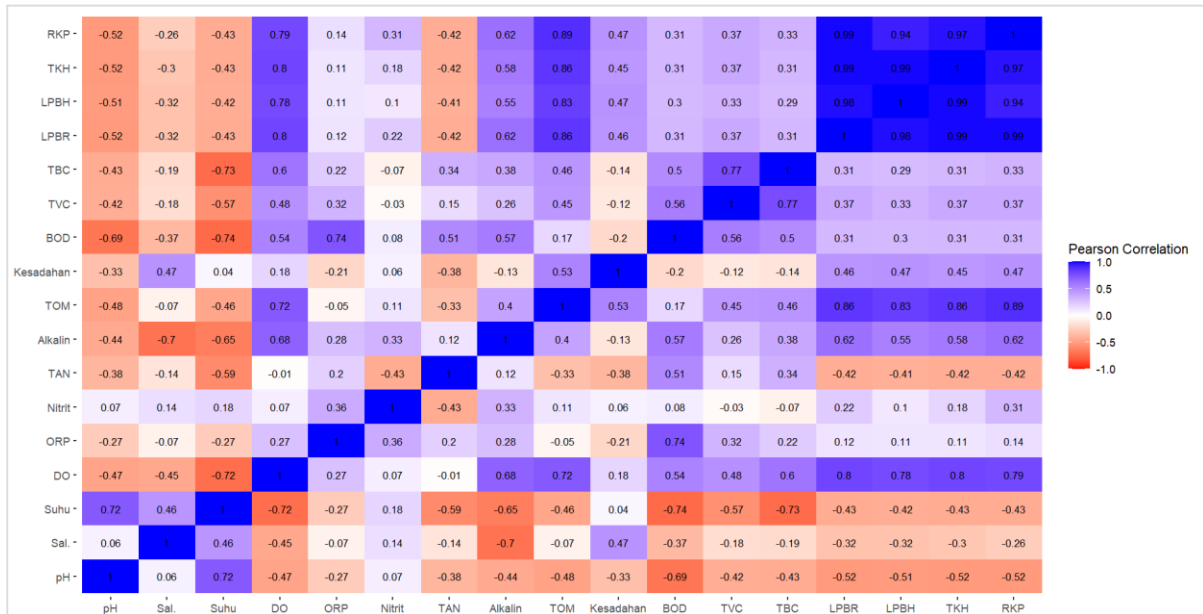
Keterangan: CFU= colony forming unit

Tabel 2 menampilkan hasil pengukuran parameter kualitas air selama 49 hari pemeliharaan. Dikeseluruhan kolam yang diamati, pH tercatat dalam rentang 7,59-8,15, Salinitas 18,00-30,50 mg L⁻¹, Suhu 27,60-28.80 °C, DO 4,97-6,82 mg L⁻¹,

ORP 186-274 mV, Nitrit 0,07-1,62 mg L⁻¹, TAN 0,06-2,09 mg L⁻¹, Alkalinitas 135-185 mg L⁻¹, TOM 70,78-132,38 mg L⁻¹, kesadahan 3.434-7.000 mg L⁻¹, BOD 1,01-6,04 mg L⁻¹, TBC 1.000-14.800 CFU L⁻¹, dan TVC 0-3.160 CFU L⁻¹.



Gambar 7. Analisis PCA (*principal component analysis*).



Gambar 8. Korelasi pearson.

Gambar 7 menjelaskan hubungan antar variabel yang diamati selama

penelitian. Simbol angka (numerik) menunjukkan kedekatan antar data

setiap kali pengukuran. Angka 1-4 berarti data kolam C3 di hari pemeliharaan ke 7, 21, 35, dan 49, angka 5-8 merupakan data kolam D1, angka 9-12 data kolam D2, angka 13-16 data kolam D3, dan angka 17-20 data kolam D4 yang diukur dihari pemeliharaan yang sama dengan kolam C3 secara berurutan. Angka yang berdekatan dengan angka lain menunjukkan kemiripan karakteristik variabel diwaktu pengukuran masing-masing, angka yang berdekatan dengan anak panah menunjukkan nilai yang cukup tinggi di variabel tersebut. Arah panah menunjukkan hubungan antar parameter. Arah panah yang cenderung sama menunjukkan hubungan positif, dan arah panah yang saling menjauh menunjukkan hubungan negatif. Hubungan positif antar variabel berarti ketika nilai salah satu variabel naik maka variabel lainnya juga ikut naik. Terlihat dalam grafik variabel TKH, LPBH, LPBR, dan RKP yang merupakan parameter kinerja pertumbuhan memiliki arah yang cenderung sama, dengan parameter kualitas air TOM, hal ini menunjukkan peningkatan nilai-nilai parameter pertumbuhan erat kaitannya dengan kenaikan nilai TOM.

Gambar 8. Menunjukkan korelasi antar 2 variabel spesifik. Korelasi pearson akan menunjukkan nilai koefisien korelasi (r) antar -1 sampai dengan 1. Nilai koefisien korelasi absolut 0,00-0,199 memiliki tingkat hubungan yang sangat rendah, 0,20-0,399 rendah, 0,40-0,599 cukup kuat, 0,60-0,799 kuat, dan 0,80-1,00 sangat kuat. Parameter TOM terkonfirmasi memiliki korelasi positif sangat kuat terhadap parameter TKH, LPBH, LPBR, dan RKP dengan nilai koefisien korelasi $> 0,80$. DO memiliki korelasi sangat kuat (0,8) dengan parameter TKH dan LPBR, serta korelasi kuat dengan parameter RKP (0,79) dan LPBH (0,78). Parameter alkalinitas berkorelasi kuat (0,62) dengan nilai RKP dan LPBR, serta berkorelasi cukup kuat dengan dengan parameter TKH (0,58) dan LPBH (0,55).

PEMBAHASAN

Nilai TKH semua kolam menunjukkan angka yang cukup tinggi (Gambar 1), namun kolam C3 hanya dapat mempertahankan 67% nilai TKH. Merujuk pada nilai TAN (Tabel 2), kolam C3 memiliki konsentrasi nilai TAN tertinggi dibandingkan kolam lainnya. Penelitian Lin *et al.* (2024)

memaparkan bahwa terjadi pembengkakan insang yang mengakibatkan infiltrasi hemosit udang vaname yang terpapar amonia. Paparan amonia juga dapat menyebabkan stress oksidatif dan menyebabkan kerusakan DNA (Cheng *et al.*, 2015). Menurut Kepmen (2022), batas maksimal ammonia dalam air adalah $\leq 0,1 \text{ mg L}^{-1}$.

Kadar TOM optimum sebaiknya $\leq 90 \text{ mg L}^{-1}$ (Kepmen, 2022). Analisis PCA (Gambar 7) dan korelasi pearson (Gambar 8) mengkonfirmasi bahwa nilai TOM memiliki pengaruh yang besar terhadap kinerja pertumbuhan udang selama penelitian. Nilai TOM di Kolam D2 memiliki kadar tertinggi jika dibandingkan dengan kolam lainnya, yaitu sebesar $132,38 \text{ mg L}^{-1}$ (Tabel 2). Hal ini mengindikasikan tingginya potensi pencemaran yang dapat terjadi di kolam C2. Purnomo *et al.*, (2013) mengatakan, dampak buruk perairan akan terjadi jika tumpukan bahan organik di dalam perairan melampaui kapasitasnya.

Selaras dengan tingginya TOM, nilai TBC dan TVC kolam D2 juga menunjukkan nilai tertinggi dari semua kolam yang diamati. Bakteri *Vibrio* memiliki kemampuan menghancurkan sel darah (Suwoyo *et al.*, 2015).

Penyakit vibriosis rentan terjangkit pada udang jika kepadatan bakteri *Vibrio* terlalu tinggi (Amrullah *et al.*, 2023)

Selain tingginya jumlah bakteri yang membantu proses penguraian bahan organik, parameter lingkungan lainnya berada dalam kondisi yang optimum untuk pertumbuhan udang (Tabel 2). Penelitian Putra *et al.*, (2023) menunjukkan salinitas optimum berkisar antara $25-29 \text{ mg L}^{-1}$ dan pH optimum berkisar $6,8-8,7$. Penelitian Abdillah *et al.*, (2024) menunjukkan pertumbuhan berat mutlak terbaik masih dapat dicapai dengan kadar TOM yang melebihi batas toleransi udang. Penelitian Pratiwi *et al.* (2021), mendapatkan kadar nitrit $0.05-27.50 \text{ mg L}^{-1}$ namun bisa mempertahankan nilai TKH sebesar 71%. Padahal, batas maksimum kadar nitrit adalah $\leq 1 \text{ mg L}^{-1}$ (Kepmen, 2022).

Menurut Bauer *et al.* (2017), manajemen pengelolaan limbah yang baik dapat mengurangi dampak buruk dari limbah yang terakumulasi dalam perairan. Bahan organik dan bakteri heterotrofik mampu menjaga kualitas air dalam budi daya tetap ideal (Aparna *et al.* 2024).

Ketersediaan oksigen terlarut di kolam D2 juga tergolong cukup tinggi

dibandingkan dengan kolam lainnya (Tabel 2). Oksigen terlarut sangat dibutuhkan oleh udang untuk beraktivitas dan menjalankan seluruh metabolisme didalam tubuhnya. Kadar DO untuk budi daya udang vaname harus lebih dari 4 mg L⁻¹ (Kepmen, 2022). Kebutuhan udang terhadap oksigen didalam air dipengaruhi juga oleh biomassa udang yang ditebar dalam perairan (Wahyuni *et al.*, 2022). DO pagi 3-4.5 mg L⁻¹ masih bisa mendukung pertumbuhan udang dengan SR 66-74% dalam penelitian yang dilakukan oleh Parvathi dan Padmavathi (2018). Oksigen juga berperan penting dalam siklus nitrogen, dimana bakteri memanfaatkan oksigen untuk merombak bahan organik yang terdapat dalam media pemeliharaan. Kemungkinan hal ini lah yang menyebabkan kolam D2 dapat mempertahankan tingkat kelulushidupan udang tertinggi jika dibandingkan dengan kolam lainnya (Gambar 1).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa parameter TKH dan LPBR berkorelasi positif dengan parameter TOM dan DO dengan tingkat hubungan sangat kuat.

Parameter kualitas air yang paling berpengaruh terhadap kinerja pertumbuhan udang yang dipelihara dalam kolam HDPE di penelitian ini adalah TOM dan DO.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Yayasan Alirena yang telah memberikan izin belajar, IPB University dan PT Indonusia Yudha Perwita yang telah memfasilitasi penelitian, rekan-rekan seperjuangan, keluarga tercinta, editor dan reviewer Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia serta seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penelitian maupun proses publikasi hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2024. Rancangan Standar Nasional Indonesia3. Udang penaeid – Bagian 5: Produksi semi intensif. Indonesia: BSN.
- [Kepmen] Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2022 Tentang Pedoman Umum Pengembangan Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Berbasis Kawasan. 2022.
- Abdillah, F.D., Agustini, M., Sumaryam. 2024. Pengaruh Frekuensi Pemberian Pakan yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Berat Mutlak Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dalam Bak Pemeliharaan. *Juvenil*. 5 (2) :

- 172–177.
- Alfionita, W. 2022. Daya Dukung Tambak Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) Salinitas Tinggi pada Aspek Kualitas Air dan Mineral di Desa Purworejo, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur. [tesis]. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Amrullah, S.H., Mar'iyah, K., Afandi, AA. 2023. Analisis Total Bakteri *Vibrio* pada Sampel Air Tambak Udang Vaname di Balai Perikanan Budidaya Air Payau Takalar. *Jurnal pendidikan dan Sains Biologi*. 6 (1) : 8-14.
- Anas, P., Sudinno, D., Jubaedah, I. 2015. Daya Dukung Perairan Untuk Budidaya Udang Vannamei Sistem Semi Intensif Dalam Pemanfaatan Wilayah Pesisir Kabupaten Pemalang. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 9 (2) : 29-46.
- Aparna, Y, Banafsha, S.H., Reddy, M.S. 2024. Growth performance of shrimp *Litopenaeus vannamei* under different carbon: Nitrogen (C/N) ratios of Bioflocs system. *Int J Fish Aquat Stud*. 12 (2) : 06-16.
doi:10.22271/fish.2024.v12.i2a.2905.
- Balai Besar Riset Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. 2020. Produksi Budi Daya Udang di Indonesia. <https://kkp.go.id/brsdm/sosek/artikel/39265-produksi-budi-daya-udang-di-indonesia>. (16 Oktober 2022)
- Bauer, W., Abreu, P.C., Poersch, L.H. 2017. Plankton and water quality variability in an estuary before and after the shrimp farming effluents: Possible impacts and regeneration. *Brazilian Journal of Oceanography*. 65 (3) : 495–508.
doi:10.1590/s1679-87592017143406503.
- Boyd, C.E., Tucker, C.S. 1998. *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers.
- Cheng, C., Yang, F., Ling, R., Liao, S., Miao, Y., Ye, C., Wang, A. 2015. Effects of ammonia exposure on apoptosis, oxidative stress and immune response in pufferfish (*Takifugu obscurus*). *Aquatic Toxicology*. 164 : 61–71.
<https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2015.04.004>
- Dwiono, Agus. 2018. Kajian Hubungan antara Mineral Utama Media dan Kebugaran Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*, Boone) yang Dipelihara pada Perairan tertutup [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Fidiastuti, H.R., Suarsini, E. 2017. Potensi Bakteri Indigen dalam Mendegradasi Limbah Cair Pabrik Kulit Secara *In Vitro*. *Bioeksperimen*. 3 (1) : 1–10.
- Kilawati, Y, Maimunah, Y. 2015. Kualitas Lingkungan Tambak Insentif *Litopenaeus Vannamei* Dalam Kaitannya Dengan Prevalensi Penyakit White Spot Syndrome Virus. *Journal of Live Science*. 2 (1) : 50–59.
doi:10.21776/ub.rjls.2015.002.01.7
- Kurniawinata, M.I., Sukenda, Wahjuningrum, D., Widanarni, Hidayatullah, D. 2021. White faeces disease and abundance of bacteria and phytoplankton in intensive pacific white shrimp farming. *Aquaculture Research*. 52 (11) : 1-9.
doi:10.1111/are.15449.
- Lin, L., Zhuo, H., Zhang, Y., Li, J., & Zhou, X. 2024. Effects of

- ammonia exposure and post-exposure recovery in pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*: Histological, physiological and molecular responses. *Aquatic Toxicology*. 277. 107133. <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2024.107133>
- Mahrus, I.H., Widyorini, N., Taufani, W. T. 2019. Analisis Kelimpahan Bakteri di Perairan Bermangrove dan Tidak Bermangrove di Perairan Pantai Ujung Piring, Jepara. *Journal Of Management Of Aquatic Resources*. 8 (4) : 165-274
- Parvathi, D., Padmavathi, P. 2018. Stocking density, survival rate and growth performance of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) in different cultured shrimp ponds from Vetapalem, Prakasam District, Andhra Pradesh, India. *International Journal of Zoology Studies*. 3 (2) : 179–183.
- Pratiwi, R., Sudiarsa, I.N., Amalo, P., & Utomo, Y.W.W. 2021. Production Performance of Super Intensive Vannamei Shrimp *Litopenaeus vannamei* at PT. Sumbawa Sukses Lestari Aquaculture, West Nusa Tenggara. *Journal of Aquaculture and Fish Health*. 11 (1) : 135–144. <https://doi.org/10.20473/jafh.v11i1.21143>
- Putra A., Ilham., Rukmono, D., Aini, S., Larasati, R.F., Suriadin, H., Aulia, D. 2023. Peningkatan Produktivitas Budidaya Udang Vaname Sistem Intensif Melalui Pendekatan Kaizen. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*. 7 (2) : 153-174.
- Purnomo, P.W., Nitisupardjo, M., Purwandari, Y. 2013. Hubungan Antara Total Bakteri dengan Bahan Organik, NO_3^- Dan H_2S Pada Lokasi Sekitar Eceng Gondok Dan Perairan Terbuka Di Rawa Pening. *Journal Of Management Of Aquatic Resources*. 2 (3) : 85–92.
- Supriatna, Mahmudi, M., Musa, M., Kusriani. 2020. Hubungan pH dengan parameter Kualitas Air pada Tambak Intensif Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fisheries and Marine Research*. 4 (3) : 368-374.
- Suwoyo, H.S., Tampangallo, B.R. 2015. Perkembangan Populasi Bakteri pada Media Budidaya Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan Penambahan Sumber Karbon Berbeda. *Jurnal Ilmu Perikanan*. 4 (1) : 365-374
- Wahyuni, R. S., Rahmi, Hamsah. 2022. Efektivitas Oksigen Terlarut Terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Journal Perikanan*. 12 (4) : 536–543. <http://doi.org/10.29303/jp.v12i4.356>